



# Patent [19]

[11] Patent Number: 11239717

[45] Date of Patent: Sep. 07, 1999

---

## [54] METHOD AND APPARATUS FOR PURIFICATION

[21] Appl. No.: 10043497 JP10043497 JP

[22] Filed: Feb. 25, 1998

[51] Int. Cl.<sup>6</sup> B01D05386 ; B01J03502; C02F00130; C02F00172

## [57] ABSTRACT

**PROBLEM TO BE SOLVED:** To provide a method for improving the irradiation ratio of light to a photocatalyst, for elevating purification efficiency, and for purifying sewage and a large amount of industrial waste such as flue gas of an incinerator and a purification apparatus for the method.

**SOLUTION:** A purification apparatus has an inflow surface 5 having an inflow ports 7 into which a raw material 9 is introduced, an outflow surface 6 having outflow ports 8 from which the raw material 9 is discharged, holes 3 for connecting the inflow ports 7 with the outflow ports 8, a light transmitting porous body 2 which incident light enters across the extension direction of the holes 3, and a photocatalyst which is placed on the inflow surface 5 and the outflow surface 6 in the porous body and on the inner wall surfaces of the holes 3 and activated by the incident light.

\* \* \* \* \*

|                           |       |               |         |
|---------------------------|-------|---------------|---------|
| (51) Int.Cl. <sup>6</sup> | 識別記号  | F I           |         |
| B 0 1 D 53/86             | Z A B | B 0 1 D 53/36 | Z A B J |
| B 0 1 J 35/02             |       | B 0 1 J 35/02 | J       |
| C 0 2 F 1/30              |       | C 0 2 F 1/30  |         |
| 1/72                      | 1 0 1 | 1/72          | 1 0 1   |

審査請求 未請求 請求項の数7 O L (全 6 頁)

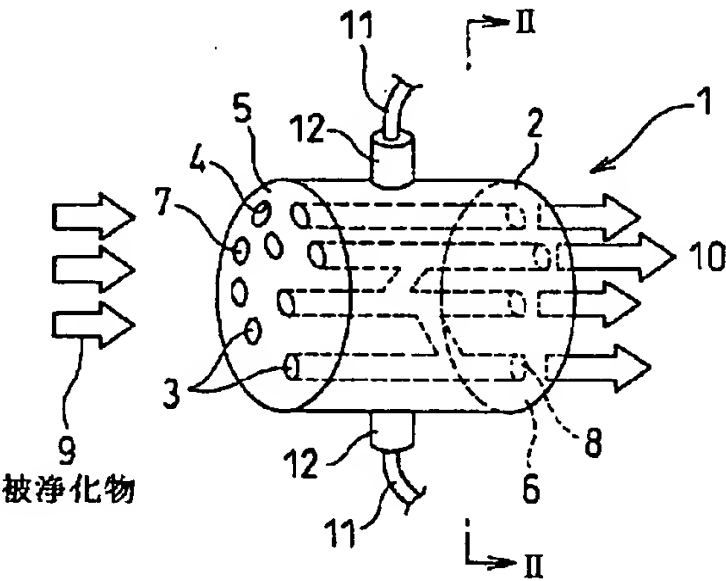
|           |                    |          |   |
|-----------|--------------------|----------|---|
| (21) 出願番号 | 特願平10-43497        | (71) 出願人 | 000236436<br>浜松ホトニクス株式会社<br>静岡県浜松市市野町1126番地の1 |
| (22) 出願日  | 平成10年(1998) 2 月25日 | (72) 発明者 | 晝馬 輝夫<br>静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ<br>トニクス株式会社内   |
|           |                    | (72) 発明者 | 夏目 好夫<br>静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ<br>トニクス株式会社内   |
|           |                    | (72) 発明者 | 杉山 優<br>静岡県浜松市市野町1126番地の1 浜松ホ<br>トニクス株式会社内    |
|           |                    | (74) 代理人 | 弁理士 長谷川 芳樹 (外 2 名)                            |

(54) 【発明の名称】 浄化装置および浄化方法

(57) 【要約】

【課題】 光の光触媒への照射率を向上させ、浄化効率を上昇させるとともに、下水、焼却炉の排煙等の大量の産業廃棄物を浄化できる浄化装置および浄化方法を提供すること。

【解決手段】 被浄化物9が流入する複数の流入口7を備えた流入面5、被浄化物9が流出する複数の流出口8を備えた流出面6、および流入口7と流出口8を繋ぐ複数の孔を3有するとともに、光が孔3の伸延方向に交差して入射される光透過性の多孔体2と、多孔体2内の流入面5、流出面6及び孔3の内壁面に設けられ、光が照射された際に活性化される光触媒4とを備えることを特徴とする。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 被浄化物が流入する複数の流入口を備えた流入面、被浄化物が流出する複数の流出口を備えた流出面、および前記流入口と前記流出口を繋ぐ複数の孔を有するとともに、光が前記孔の伸延方向に交差して入射される光透過性の多孔体と、

前記多孔体内の前記流入面、前記流出面及び前記孔の内壁面に設けられ、前記光が照射された際に活性化される光触媒と、

を備えることを特徴とする浄化装置。

【請求項2】 前記多孔体がキャピラリープレートであることを特徴とする請求項1記載の浄化装置。

【請求項3】 前記多孔体内の前記孔が前記流入面から前記流出面まで直線状に貫通していることを特徴とする請求項1または2記載の浄化装置。

【請求項4】 前記多孔体内の前記孔が前記流入面から前記流出面まで曲線状に貫通していることを特徴とする請求項1または2記載の浄化装置。

【請求項5】 前記孔の伸延方向と交差する方向から前記多孔体に前記光を入射させる光ファイバを有することを特徴とする請求項1～請求項4の何れか一項記載の浄化装置。

【請求項6】 前記光ファイバからの前記光の入射領域以外の前記多孔体外周面上に、光反射層を設けたことを特徴とする請求項5記載の浄化装置。

【請求項7】 被浄化物が流入する複数の流入口を備えた流入面、被浄化物が流出する複数の流出口を備えた流出面、および前記流入口と前記流出口を繋ぐとともに内壁面に光触媒が設けられた複数の孔を有する光透過性の多孔体に対して、

前記孔に交差する方向から前記光触媒を活性化させる光を入射する第一の工程と、

前記流入面の前記流入口から被浄化物を流し込む第二の工程と、

を備えることを特徴とする浄化方法。

## 【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】本発明は、光触媒の酸化還元反応を用いて汚染物質などを浄化する浄化装置および浄化方法に関するものである。

【0002】

【従来の技術】酸化チタン等の光触媒には、紫外線等の光が照射されると強力な酸化還元反応を生じ、種々の有機物を分解するという特性がある。そして、汚染物質などを浄化するための装置として、従来から、この光触媒の酸化還元反応を用いた浄化装置が知られている。

【0003】このような光触媒を用いた浄化装置に関連する技術としては、例えば、特開平9-108574号公報に掲載された光触媒ハニカム構造体がある。このハニカム構造体は、ハニカム内に複数あるハニカムセルの

内壁面に光触媒を担持し、このハニカムセル内を気体、液体等の被浄化物、および光触媒を活性化させる紫外線などの光が導通できるように構成されている。そして、光触媒を担持するハニカム担体のハニカムセルの数を多くすることにより、光触媒と被浄化物との接触面積を増加させて、浄化性能の向上を図るものである。

【0004】また、その他の例としては、特開平9-225262号公報に掲載された光触媒フィルタがある。この光触媒フィルタは、ガラス等から形成される光を導く円筒状の導光体の表面に光触媒を担持させ、導光体に導かれた光が導光体表面より出て、光触媒に直接照射できるように構成されている。光触媒を担持する導光体から被浄化物を介さずに、直接光触媒へ光を照射させることにより、浄化性能の向上を図るものである。

【0005】

【発明が解決しようとする課題】しかし、上記の光触媒を用いて被浄化物を浄化する従来技術には、それぞれ以下のような問題がある。

【0006】まず、特開平9-108574号公報に掲載された光触媒ハニカム構造体では、光触媒と光源の間に被浄化物が介在しているため、被浄化物に含まれているほこりや泥等でハニカムセルが覆われると、光源からの光をハニカムセル内の光触媒に照射することが困難となる。また、下水処理などを行う場合は、光源から発光された紫外線が、光触媒に到達する前に汚染された水に吸収されてしまう。そのため、光触媒の酸化還元反応が生じにくくなり、被浄化物の浄化効率が著しく低下してしまう。特に、被浄化物の汚染度が高い場合には、光が殆ど光触媒に照射されず、光触媒反応も起こらない。また、光の照射効率を向上させるには、紫外線の強度を非常に強くしたり、被浄化物を囲むようにハニカム構造体を収納容器中に複数収納し、そのハニカム構造体で囲まれた空間の中央に、被浄化物を介して光源を配置する等、浄化装置全体の構造が極めて複雑になる。

【0007】一方、特開平9-225262号公報に掲載された光触媒フィルタでは、上記の光触媒ハニカム構造体とは異なり、光触媒が導光体の表面に担持される光触媒ファイバ構造をなしており、導光体に導かれた光が直接光触媒に照射される。そのため、光がほこりや泥等で遮断されたり、水に吸収されたりすることによる光触媒反応の低下は、防止することができる。しかし、この構造の場合は、浄化される範囲が光触媒ファイバの周辺だけなので、大量の産業廃棄物を処理する浄化装置への応用が困難である。

【0008】本発明は、このような従来の問題を解決するためになされたものであり、光の光触媒への照射率を向上させ、浄化効率を上昇させるとともに、下水、焼却炉の排煙等の大量の産業廃棄物を浄化することを目的とする。

【0009】

【課題を解決するための手段】上記課題を解決するために、本発明の浄化装置は、被浄化物が流入する複数の流入入口を備えた流入面、被浄化物が流出する複数の流出口を備えた流出面、および流入入口と流出口を繋ぐ複数の孔を有するとともに、光が前記孔の伸延方向に交差して入射される光透過性の多孔体と、多孔体内の流入面、流出面及び孔の内壁面に設けられ、光が照射された際に活性化される光触媒とを備えることを特徴とする。

【0010】この浄化装置によれば、被浄化物は流入面で複数の流入入口に分かれて、孔へ流し込まれる。そして、被浄化物はこの孔を通過する際に、光の照射を受けて活性化された光触媒によって浄化され、流出面の流出口より流れ出る。また、光は被浄化物を介して光触媒に照射されるのではなく、多孔体の周囲から被浄化物を介さずに照射されるので、光が被浄化物に遮断されたり、吸収されることはない。さらに、光触媒の担持体である多孔体は光透過性なので、周囲から入射された光は多孔体に反射されることなく孔の内壁面に設けられた光触媒に照射される。加えて、被浄化物が通過する孔は複数あるので、光触媒の総表面積が極めて広くなる。そのため、被浄化物は、この孔の中を通る際に、広範囲に渡り何度も光触媒に接触することになり、大量の産業廃棄物の浄化が可能となる。

【0011】また、光触媒の多孔体は、キャピラリープレートであることが望ましい。多孔体がキャピラリープレートであれば、孔の径を均一に加工するのが容易になる。そして、多孔体の伸延方向で孔の径が同一であれば、被浄化物をスムーズに孔の中を通過させることができる孔の径を均一に加工するのが容易である。

【0012】更に、多孔体内の孔が流入面から流出面まで直線状に貫通していることが望ましい。孔が直線状に貫通していれば、被浄化物はスムーズに孔の中を通ることができ、孔の目詰まりを防止し、浄化効率を向上できる。

【0013】また、多孔体内の孔が流入面から流出面まで曲線状に貫通していることも望ましい。孔が曲線状に貫通していれば、被浄化物は孔の内壁面、すなわち光触媒に衝突する回数がさらに増えるので、浄化効率を向上できる。

【0014】また、孔の伸延方向と交差する方向から多孔体に光を入射させる光ファイバを有することも望ましい。この場合、光ファイバにより光を効率よく多孔体に入射させることができる。

【0015】また、光ファイバからの光の入射領域以外の多孔体外周面上に、光反射層を設けることも望ましい。この場合、光反射層により、光を多孔体の中心部まで容易に届かせることができる。

【0016】また、本発明の浄化方法は、被浄化物が流入する複数の流入入口を備えた流入面、被浄化物が流出する複数の流出口を備えた流出面、および流入入口と流出口

を繋ぐとともに内壁面に光触媒が設けられた複数の孔を有する光透過性の多孔体に対して、孔に交差する方向から光触媒を活性化させる光を入射する第一の工程と、流入面の流入入口から被浄化物を流し込む第二の工程とを備えることを特徴とする。

【0017】この浄化方法によれば、被浄化物は流入面で複数の流入入口に分かれて、孔へ流し込まれる。そして、被浄化物はこの孔を通過する際に、光の照射を受けて活性化された光触媒によって浄化される。また、光は被浄化物を介して光触媒に照射されるのではなく、多孔体の周囲から被浄化物を介さずに照射されるので、光が被浄化物に遮断されたり、吸収されることはない。さらに、光触媒の担持体である多孔体は光透過性なので、周囲から入射された光は多孔体に反射されることなく孔の内壁面に設けられた光触媒に照射される。加えて、被浄化物が通過する孔は複数あるので、光触媒の総表面積が極めて広くなる。そのため、被浄化物は、この孔の中を通る際に、広範囲に渡り何度も光触媒に接触することになり、大量の産業廃棄物の浄化が可能となる。

【0018】

【発明の実施の形態】以下、本発明に係る浄化装置および浄化方法の好適な実施形態について詳細に説明する。

【0019】まず、本発明に係る第一の実施形態を図1乃至図3を用いて説明する。図1は、本実施形態の浄化装置1の全体を示す斜視図である。また、図2は、図1のII-II断面図である。そして、図3は、浄化装置1の応用例である。

【0020】浄化装置1は図1に示す様に、複数の孔3を有する多孔体2と、孔3の内壁面に設けられた光触媒4により構成されている。

【0021】多孔体2は、紫外線透過率の高い石英ガラスで形成されている。なお、多孔体2の材料は石英ガラスに限らず、紫外線透過率の高いシリケートガラス、フッ化ガラス等を用いてもよい。また、ガラスに限る必要もなく、紫外線を透過させるプラスチック等を用いてもよい。

【0022】多孔体2は円筒状のガラス体であり、一端には、下水、焼却炉の排煙等の被浄化物9が流れ込む複数の流入入口7を備えた流入面5が形成されている。そして、他端には、浄化された清浄物10が流れ出る複数の流出口8を備えた流出面6が形成されている。また、多孔体2の内部には、流入入口7と流出口8を繋ぐ複数の孔3が内壁面を直線状にして空けられている。

【0023】また、本実施形態においては、多孔体2の外径、すなわち流入面5の直径は約8mm、多孔体2の流入面5から流出面6までの長さは約10mm、そして孔3の径は約80 $\mu$ mである。被浄化物9の種類が変わる場合は、これらの寸法を被浄化物9の種類に応じて変化させればよい。例えば、被浄化物9が下水のように、比較的孔3が詰まり易い物質の場合は、孔3の径および

多孔体2の外径の寸法を大きくすればよい。また、下水等と比較して、被浄化物9が排煙のように、孔3内で詰まりにくい物質の場合には、孔3の径および多孔体9の外径の寸法を小さくでき、浄化装置1全体の小型化を図ることができる。さらに、被浄化物9の汚染度が高い場合は、流入面5から流出面6までの長さ、すなわち孔3の長さを長くすることにより被浄化物9と光触媒4の接触面積を広くし、浄化性能の向上を図る。反対に、被浄化物9の汚染度が低い場合は、孔3の長さを短くし、浄化装置1全体の小型化を図ることができる。

【0024】尚、実験により、流入面5の直径が5～36.7mm、流入面5から流出面6までの長さが1～10mm、そして、孔3の径が6～100 $\mu$ mの範囲にある場合に、浄化効率の良いことが分かった。

【0025】各孔3の内壁面全体に、光触媒4が担持されているが、光触媒4はディップ法等で担持させる。なお、本実施形態においては、光触媒4は、厚さ0.35 $\mu$ m程度に担持するが、この厚さは孔3の径に応じて変化させる。また、光触媒4は、酸化チタン( $\text{TiO}_2$ )を用いる。光触媒4は、 $\text{TiO}_2$ に限られず、ダイヤモンド等を用いることもできる。ただし、酸化還元反応を生じさせるには、外部から入射される光が多孔体2を通過し、光触媒4に照射する必要があるため、光触媒4は、多孔体2と比較して屈折率の大きな触媒にする方が好ましい。

【0026】第1図中、多孔体2の上方および下方には、図示しない紫外線の光源から浄化装置1に紫外線を導く光ファイバ11が、光照射部12を介して接続されている。光照射部12は、光ファイバ11により導かれた紫外線を浄化装置1全体に向けて照射する機能を有している。なお、光照射部12は、多孔体2の寸法に応じて、光の照射範囲や設置数を変化させる。また、光の入射角度は孔3の伸延方向に対して直角となることが望ましいが、この角度も適宜設定することができる。

【0027】続いて、本実施形態に係る浄化装置1の作用を説明する。図示しない光源から紫外線が照射されると、紫外線は光ファイバ11を介して多孔体2に固着された光照射部12に到達する。光照射部12に到達した紫外線は、紫外線透過性の多孔体2全体に向けて照射される。そして、多孔体2を透過した紫外線は、各孔3の内壁面に設けられた光触媒4に照射される。紫外線は、被浄化物9が通る孔3の中へ被浄化物9を介して照射されるのではなく、多孔体2の周囲から被浄化物9を介さずに照射されるので、紫外線が被浄化物9に遮断されたり、水に吸収されることはない。また、光触媒4の担持体である多孔体2は光透過性なので、周囲から入射された紫外線は多孔体2に反射されることなく孔3の内壁面に設けられた光触媒4に照射される。

【0028】光触媒4に紫外線が照射されると、光触媒4が活性化し酸化還元反応が生じる。酸化還元反応は、

半導体をバンドギャップ以上のエネルギーを持つ波長の光で励起すると、半導体内部に電子、正孔対が生成し、この電子、正孔を吸着物質と反応させることにより進行するものである。本実施形態で用いる $\text{TiO}_2$ のバンドギャップは約3eVであり、波長に直すと約400nmなので、400nm以下の紫外光を照射することにより酸化還元反応は進行する。

【0029】一方、下水や焼却炉の排煙等の被浄化物9は、流入面5で複数の流入口7に分かれて、孔3へ流れ込まれる。被浄化物9は、この孔3の中を通る際に光触媒4に接触し、光触媒4の酸化還元反応によって浄化され、清浄物10として流出面6の流出口8より流れ出る。本実施形態では、多孔体2内に複数の孔3が空けられているので、光触媒4の総表面積が極めて広いことになる。従って、孔が一つしかない場合や円柱の表面に光触媒を担持した場合と異なり、浄化物9は浄化装置1を通過する際に、広範囲に渡り何度も光触媒に接触することになり、大量の産業廃棄物の浄化が可能となる。なお、浄化物9を浄化することにより生成した清浄物10を用いて、有用物質を生成することも可能であり、産業廃棄物の再利用が図れる。

【0030】図3は、本実施形態に係る浄化装置1を用いた下水浄化装置を示している。被浄化物9である下水が貯蓄された貯水槽23に、取水管21を介して浄化装置1が接続されている。尚、光源22として、全固体紫外光レーザを用いており、光源22と浄化装置1は光ファイバ11および光照射部12を介して接続されている。

【0031】続いて、図3の下水浄化装置による浄水過程を説明する。浄化装置1内の光触媒4は、全固体紫外光レーザから発光された紫外線で活性化されている。貯水槽23に貯蓄された下水は、図示しないバルブを開栓することにより取水管21に流れ込み、取水管2に流れ込んだ下水は、浄化装置1に到達すると、流入口7より複数の孔3内へ分流する。そして、下水は、孔3を通過する際に、光触媒4と何度も接触し、酸化還元反応により浄化される。この際、多孔体2を透過した紫外線は、まず、孔3の内壁面に設けられた光触媒4に照射するので、下水に吸収されることはなく、浄化効率の向上が実現される。下水は浄化され続けるので、孔3が詰まることはないが、孔3を分岐させておけば、仮に孔3が詰まったとしても、下水の逃げ道ができるので流れがスムーズになる。

【0032】次に、本発明に係る第二の実施形態を図4を用いて説明する。第二の実施形態に係る浄化装置31は、第一の実施形態に係る浄化装置1の多孔体2としてキャピラリープレート32を使用したものである。浄化装置31は、キャピラリープレート32の各孔33の内壁面に光触媒34を担持させて形成されている。

【0033】多孔体2がキャピラリープレート32であ

れば、孔33の径を均一に加工するのが容易になる。そして、多孔体の伸延方向で孔33の径が同一であれば、被浄化物9をスムーズに孔33の中を通過させることができる。

【0034】次に、本発明に係る第三の実施形態を図5を用いて説明する。第三の実施形態に係る浄化装置41は、第一の実施形態に係る浄化装置1の孔3の内壁面を伸延方向に曲線状に延びるようにしたものである。この実施形態の場合、被浄化物44が、孔42の中を通過するときに、孔42の内壁面に設けられた光触媒43に衝突する回数が増加する。従って、光触媒43の酸化還元反応が起こり易くなり、浄化性能の向上が図れる。尚、孔42は図に示されているように屈曲状に延びるものに限られることなく、コイル状、S字状等に延びるものでもよい。

【0035】次に、本発明に係る第四の実施形態を図6を用いて説明する。第四の実施形態に係る浄化装置50は、多孔体としてキャピラリープレート52を用い、このキャピラリープレート52の外周に光反射層であるアルミニウム膜53が設けられている。さらに、キャピラリープレート52内への光の導入は、レーザポインター54により行われ、アルミニウム膜53には、導光用の穴55が穿設されている。

【0036】この場合、光反射層であるアルミニウム膜53により、穴55から入射した光を光をキャピラリープレート52の中心部まで容易に届かせることができるため、浄化工率の向上を図ることができる。また、光がキャピラリープレート52の中心部まで容易に届くため、光の導入路としてレーザポインター54を一つ設ければ十分となる。

【0037】

【発明の効果】本発明による浄化装置および浄化方法によれば、光は被浄化物を介して光触媒に照射されるのではなく、多孔体の周囲から被浄化物を介さずに照射されるので、光が被浄化物に遮断されたり、吸収されることはない。さらに、光触媒の担持体である多孔体は光透過性なので、周囲から入射された光は多孔体に反射される

ことなく孔の内壁面に設けられた光触媒に照射される。加えて、被浄化物が通過する孔は複数あるので、光触媒の総表面積が極めて広くなる。そのため、被浄化物は、この孔の中を通過する際に、広範囲に渡り何度も光触媒に接触することになり、大量の産業廃棄物の浄化が可能となる。

【0038】また、多孔体2がキャピラリープレートであれば、孔の径を均一に加工するのが容易になる。そして、多孔体の伸延方向で孔の径が同一であれば、被浄化物をスムーズに孔の中を通過させることができる。

【0039】更に、多孔体内の孔が流入面から流出面まで直線状に貫通している場合は、被浄化物はスムーズに孔の中を通過することができ、孔の目詰まりを防止し、浄化効率を向上できる。

【0040】また、孔が曲線状に貫通している場合は、被浄化物は孔の内壁面、すなわち光触媒に衝突する回数がさらに増えるので、浄化効率を向上できる。

【0041】更に、光ファイバからの光の入射領域以外の多孔体外周面上に、光反射層を設け場合は、光反射層により、光を多孔体の中心部まで容易に届かせることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明による浄化装置の第一の実施形態を示す斜視図である。

【図2】図1のII-II線に沿う断面図である。

【図3】図1の浄化装置を適用した下水浄化装置を示す斜視図である。

【図4】本発明に係る浄化装置の第二の実施形態を示す側面図である。

【図5】本発明に係る浄化装置の第三の実施形態を示す斜視図である。

【図6】本発明に係る浄化装置の第四の実施形態を示す斜視図である。

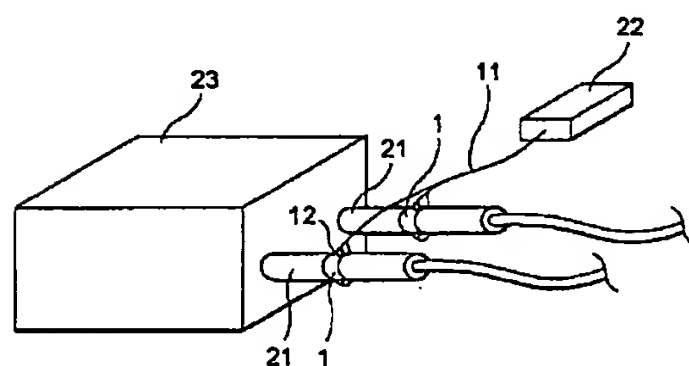
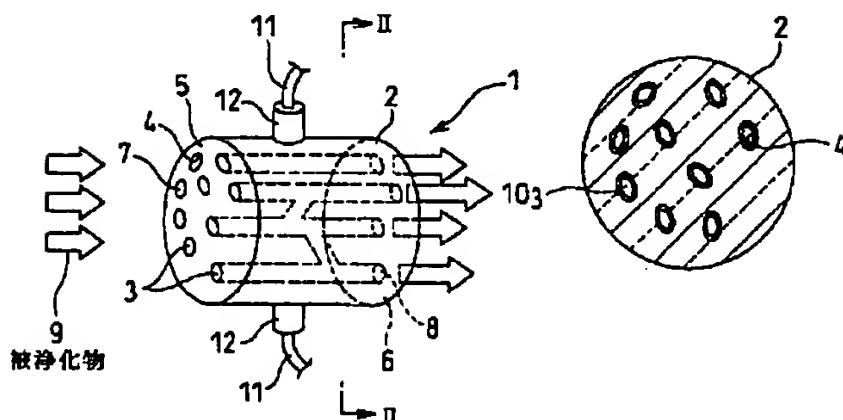
【符号の説明】

1…浄化装置、2…多孔体、3…孔、4…光触媒、5…流入面、6…流出面、7…流入口、8…流出口、9…被浄化物、10…清浄物、53…アルミニウム膜。

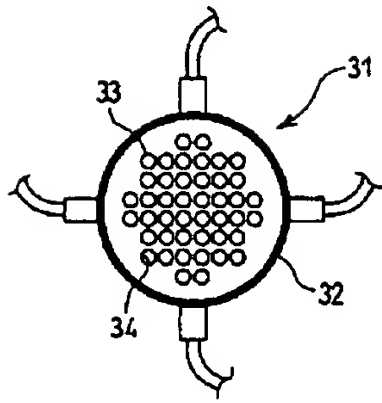
【図1】

【図2】

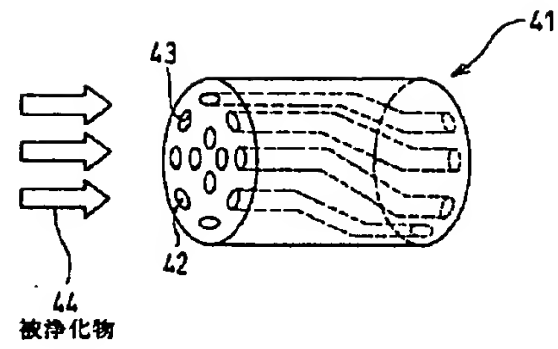
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

